PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5 :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 90/07823
H02P 9/04, F03D 7/04	A1	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 12. Juli 1990 (12.07.90)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT89/00126

(22) Internationales Anmeldedatum: 22. Dezember 1989 (22.12.89)

(30) Prioritätsdaten:
A 3157/88 23. Dezember 1988 (23.12.88) AT

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: ELIN ENERGIEVERSORGUNG GESELLSCHAFT M.B.H. [AT/AT]; Penzinger Straße 76, A-1141 Wien (AT).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)* : WIESMANN, Josef [AT/AT]; Herzgasse 97/1/16, A-1100 Wien (AT). KAINZ, Manfred [AT/AT]; Siebenbürgenstraße 50/1, A-1220 Wien (AT).

(74) Anwalt: KRAUSE, Peter; Elin Energieversorgung Gesellschaft m.b.H., Penzinger Strasse 76, A-1141 Wien (AT).

(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK, ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.

Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: REGULATION AND CONTROL SYSTEM FOR A WIND POWER PLANT

(54) Bezeichnung: REGELUNGS- UND STEUERUNGSSYSTEM FÜR EINE WINDKRAFTANLAGE

(57) Abstract

In a regulation and control system for a wind power plant, the actual value of the turbine speed is fed via a target power value generator (2) and a power limiting stage (3) and a PID power regulator (5) to the input of a current regulator (7). The output of the current regulator (7) is connected to a current supply network. The actual value of the turbine speed is fed via a PID speed regulator (12) to the input of a rotor blade angle regulator (15). The output of the rotor blade angle regulator (15) is connected to a rotor blade adjusting mechanism. A device (16) which limits the increase in rotor speed is connected to the rotor blade angle regulator (15). The output of the power limiting stage (3) is connected via a chart recorder (14) to the rotor blade angle regulator (15). The actual value of the turbine speed is fed via a chart recorder (21) and a PID voltage regulator (22) to the input of a field current regulator (23). The output of the field current regulator (23) is connected via grid trigger equipment (26) to the field coil of an a.c. dynamo. The actual generator voltage is applied via a rectifier (27) to a second input of the PID voltage controller (22). A regulator (24) which limits the maximum field current is arranged between a second and a third input of the field current regulator (23).

(57) Zusammenfassung

Regelungs- und Steuerungssystem für eine Windkraftanlage, dadurch gekennzeichnet, daß der Turbinendrehzahlistwert über einen Leistungssollwertgeber (2) und über eine Leistungsbegrenzungsstufe (3) und über einen PID-Leistungsregler (5) dem Eingang eines Stromreglers (7) zugeführt ist, und daß der Ausgang des Stromreglers (7) mit einem Stromversorgungsnetz verbunden ist, und daß der Turbinendrehzahlistwert über einen PID-Drehzahlregler (12) dem Eingang eines Rotorblattwinkelreglers (15) zugeführt ist, und daß der Ausgang des Rotorblattwinkelreglers (15) mit einem Rotorblattverstellmechanismus verbunden ist, und daß ein Rotordrehzahlanstiegsbegrenzer (16) mit dem Rotorblattwinkelregler (15) verbunden ist, und daß der Ausgang der Leistungsbegrenzungsstufe (3) über einen Kurvenbildner (14) mit dem Rotorblattwinkelregler (15) verbunden ist, und daß der Turbinendrehzahlistwert über einen Kurvenbildner (21) und über eine PID-Spannungsregler (22) dem Eingang eines Feldstromreglers (23) zugeführt ist, und daß der Ausgang des Feldstromreglers (23) über einen Gittersteuersatz (26) mit der Feldwicklung einer Wechselstromerregermaschine verbunden ist, und daß die Generatoristspannung über einen Gleichrichter (27) zu einem zweiten Eingang des PID-Spannungsreglers (22) gelangt, und daß zwischen einem zweiten und einem dritten Eingang des Feldstromreglers (23) ein Feldstrom-Maximum-Begrenzungsregler (24) angeordnet ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MR	Mauritanien
BB	Barbados	FR	Frankreich	MW	Malawi
BE	Belgien	GA	Gabon	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BJ	Benin	IT	Italien	SD	Sudan
BR	Brasilien	JP	Japan	SE	Schweden
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

REGELUNGS-UND STEUERUNGSSYSTEM FÜR EINE WINDKRAFTANLAGE

Die Erfindung betrifft ein Regelungs- und Steuerungssystem für eine Windkraftanlage, bestehend aus einer Windturbine und einem von dieser angetriebenem Synchrongenerator, wobei die Windturbine als ein um eine Achse drehbarer Rotor mit verstellbaren Rotorblättern ausgeführt ist und aus dem jeweiligen Turbinendrehzahlistwert verschiedene elektrische Vorgabewerte gebildet sind.

Die Bemühungen von Technikern in aller Welt, vorhandene Energiequellen auf wirtschaftliche Art zu nutzen, waren in den letzten Jahren von großen Fortschritten gekennzeichnet. Auch im Bereich der Windkraftanlagen sind beachtliche Weiterentwicklungen zu beobachten.

Windkraftanlagen dienen zur Umformung der im Wind enthaltenen Energie in elektrische Energie. Dabei wird im Prinzip ein Windrad mit propellerartigen Flügeln auf einer horizontalen oder vertikalen Achse montiert. Diese Achse ist, üblicherweise über ein Getriebe, mit einem Generator verbunden.

In der Praxis hat sich erwiesen, daß wegen der wesentlich geringeren Baukosten und der besseren Regel- und Steuerbarkeit, hauptsächlich aber wegen des wesentlich höheren Wirkungsgrades, ausschließlich Windkraftanlagen mit einem Windrad auf einer horizontalen Welle wirschaftlich sind, sich also innerhalb einer vertretbaren Zeitspanne amortisieren.

Der Wind ist in Bodennähe ungleichmäßig und deshalb für die Lieferung von Energie ungeeignet. Mit zunehmender Höhe über dem Boden steigt jedoch nicht nur die Häufigkeit, sondern auch die Geschwindigkeit des Windes sehr stark an. Aus diesem Grund erfolgt die Montage von

Windkraftwerken auf hohen Türmen. Für kleine und mittlere Anlagen werden dafür vorzugsweise, um dem Wind eine möglichst geringe Angriffsfläche bieten, Gittertürme aufgestellt. Aus Stabilitätsgründen sind jedoch für große Anlagen Rohrtürme zu verwenden.

Ursprünglich wurde angenommen, Windkraftanlagen seien nur bei Aufstellung in flachen Gebieten, vor allem in windreichen Küstengebieten, in der Lage, elektrische Energie zu einem wirtschaftlich vertretbaren Preis zu liefern. Prinzipiell können jedoch die verschiedensten Gebiete, beispielsweise auch Alpengebiete, für die Aufstellung von Windkraftanlagen geeignet sein. Vor der Platzwahl für derartige Anlagen ist lediglich der langjährige durchschnittliche Windanfall in der jeweiligen Gegend zu eruieren und in Rechnung zu stellen.

Die tatsächliche Ursache für die immer noch nicht praktikable Nutzung der Windenergie ist nicht der Mangel an geeigneten Aufstellungsorten, sondern die bislang ungenügende Regel- und Steuerbarkeit der Windkraftanlagen.

Eine der bisher üblichen Regelungen von Windkraftanlagen ist mechanischer Art. Dabei wird die Drehzahl der Windturbine durch Veränderung des Anstellwinkels der Rotorblätter durchgeführt. Nachteilig sind bei diesem System sowohl die langsame Ansprechzeit als auch die ungenügende Ansprechgenauigkeit.

Es sind auch elektronische Regelungen bekannt, die jedoch zum einen nicht sämtliche zu einer exakten Regelung nötigen Parameter verarbeiten, zum anderen eine große Störanfälligkeit aufweisen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Regelungs- und Steuerungssystem zu schaffen, welches sämtliche auf eine Windkraftanlage einwirkenden Parameter während des

gesamten Betriebsablaufes sofort aufnimmt und berücksichtigt, sowie vollautomatisch arbeitet und eine sichere Abgabe elektrischer Energie mit konstanter Spannung und stabiler Phasenlage gewährleistet.

Die Aufgabe wird durch die Erfindung gelöst. Diese ist dadurch gekennzeichnet, daß der Turbinendrehzahlistwert jeweils dem Eingang einer ersten Glättungsstufe erster Ordnung und eines ersten aktiven Filters und eines zweiten aktiven Filters und einer zweiten Glättungsstufe erster Ordnung sowie eines ersten Kurvenbildners zugeführt ist, und daß der Ausgang der ersten Glättungsstufe erster Ordnung mit dem Eingang eines Leistungssollwertgebers verbunden ist, und daß der Ausgang des Leistungssollwertgebers mit dem Eingang einer Leistungsbegrenzungsstufe verbunden ist, und daß der Ausgang der Leistungsbegrenzungsstufe mit einem ersten Eingang eines PID-Leistungsreglers und dem Eingang einer dritten Glättungsstufe erster Ordnung sowie dem Ausgang des ersten aktiven Filters verbunden ist, und daß der Eingang eines zweiten Kurvenbildners mit dem Ausgang der dritten Glättungsstufe erster Ordnung verbunden ist, und daß der Ausgang des PID-Leistungsreglers mit einem ersten Eingang eines Stromreglers und dem Ausgang des aktiven Filters verbunden ist, und daß der Ausgang des Stromreglers, indirekt über Gittersteuersatz und Thyristoren, mit einem Stromversorgungsnetz verbunden ist, und daß der Stromistwert einem zweiten Eingang des Stromreglers zugeführt ist, und daß der Leistungsistwert einem zweiten Eingang des PID-Leistungsreglers zugeführt ist, und daß der Ausgang der zweiten Glättungsstufe erster Ordnung mit einem ersten Eingang eines PID-Drehzahlreglers verbunden ist, und daß der Ausgang des PID-Drehzahlreglers mit einem ersten Eingang eines Rotorblattwinkelreglers und mit dem Ausgang des zweiten Kurvenbildners sowie mit

einem Rotordrehzahlanstiegsbegrenzer verbunden ist, und daß der Drehzahlsollwert einem zweiten Eingang des PID-Drehzahlreglers zugeführt ist, und daß der Rotorblattwinkelistwert einem zweiten Eingang des Rotorblattwinkelreglers zugeführt ist, und daß der Ausgang des Rotorblattwinkelreglers mit einem Rotorblattverstellungsmechanismus verbunden ist, und daß der Ausgang des ersten Kurvenbildners mit einem ersten Eingang eines PID-Spannungsreglers verbunden ist, und daß der Ausgang des PID-Spannungsreglers mit einem ersten Eingang eines unterlegten Feldstromreglers verbunden ist, und daß der Ausgang des unterlegten Feldstromreglers über einen Gittersteuersatz mit der Feldwicklung einer Wechselstromerregermaschine verbunden ist, und daß ein zweiter Eingang des unterlegten Feldstromreglers über einen Feldstrom-Maximum-Begrenzungsregler mit einem dritten Eingang des unterlegten Feldstromreglers verbunden ist, und daß die Generatoristspannung der Wechselspannungsseite eines Gleichrichters zugeführt ist, und daß die Gleichspannungsseite des Gleichrichters über ein drittes aktives Filter mit einem zweiten Eingang des PID-Spannungsreglers verbunden ist.

Daraus ergibt sich der Vorteil, daß die Windkraftanlage bei genügend Windanfall vollautomatisch an- und hochfährt und sowohl der Betrieb als auch die Stillsetzung bei ungenügendem Windanfall ebenfalls vollautomatisch verlaufen. Durch den hohen Automatisierungsgrad ist es möglich, die gesamte Anlage völlig unbemannt zu betreiben. Dadurch werden, vor allem bei einem Gesamtverband von mehreren Windkraftanlagen, beträchtliche Personalkosteneinsparungen erzielt. Es sind selbstverständlich die entsprechenden Wartungsintervalle zu beachten und einzuhalten.

Im vollautomatischen Betrieb wird die Anlage immer der jeweiligen Windrichtung nachgeführt. Bei entsprechender

Windgeschwindigkeit wird die Turbine hochgefahren; dabei werden Drehzahl und Leistung, gemäß den eingestellten Vorgabewerten, in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit geregelt. Alle Parameter, wie beispielsweise Turbinendrehzahl, Windrichtung, Generatorleistung sowie an diversen Anlageteilen auftretende Temperaturen werden laufend überwacht. Ändert sich einer dieser Parameter, werden automatisch die entsprechenden Vorkehrungen getroffen, um die Anlage entweder im optimalen Betriebspunkt weiterzufahren oder, bei Erreichen von Grenzwerten, ein sicheres Abstellen zu gewährlsieten.

Zudem werden durch Windböen hervorgerufene Turbinendrehzahländerungen ohne Verzögerung erfasst und und die Generatorrotordrehzahl stabilisiert; bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten erfolgt eine Begrenzung von Generatorrotordrehzahl und Generatorleistung. Die windabhängige Turbinendrehzahlführung ist bei diesem System auf einem Verfahren aufgebaut, das die Turbine selbst als indirektes Windmeßsystem benutzt. Ein stark schwankendes Windangebot wirkt sich durch eine ebenso stark schwankende Drehzahländerung der Turbine aus. Durch diese direkte Drehzahlerfassung an der Turbinenwelle ist es möglich, mit dem Leistungsdrehzahlregler unmittelbar nach erfolgter Drehzahländerung den Sollwert für die Leistungsabgabe zu bilden.
Damit ist es möglich, die Turbine immer im optimalen Wirkungsgrad zu fahren. Aus dem erfassten Drehzahlwert wird aber auch gleichzeitig, bei hohen Windgeschwindigkeiten, eine Begrenzung der Drehzahl und der Leistung auf die eingestellten Grenzwerte erreicht.

Weiters ist vorteilhaft, daß das erfindungsgemäße Regelungs- und Steuerungssystem eine konstante Spannungshaltung der Netzspannung erlaubt und eine stabile Phasenlage der Netzabgabeleistung ermöglicht, d. h., die Abgabe von Wirkleistung in das Netz ist bei gleichbleibender

Windgeschwindigkeit konstant und optimal an die Erzeugung durch das Windrad angepaßt. Dies erfordert, trotz konstanter Netzfrequenz, eine variable Drehzahl des mit dem Windrad gekoppelten Generators.

Die Spannungsregelung des Generators erfolgt über eine bürstenlose Wechselstromerregermaschine auf eine der Drehzahl des Generators proportionale Ausgangsspannung. Damit ist der Synchrongenerator optimal ausnützbar und zur Abgabe von Wirkleistung an einen Gleichstromzwischenkreis fähig.

Dieser Gleichstromzwischenkreis speist einen netzgeführten Umrichter, welcher die Wirkleistungsabgabe an das Netz ermöglicht. Die Regeleinrichtung des Synchrongenerators hat nicht nur die Regelung der Synchrongeneratorspannung proportional der Drehzahl zu bewirken, sondern auch bei konstanter Nenndrehzahl bzw. kurzzeitiger Überdrehzahl die Generatorspannung proportional der Netzspannung zu regeln. Dies ist für die sichere Funktion des netzgeführten Umrichters erforderlich.

Eine besondere Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß ein erster Eingang einer Überwachungseinheit, welche Fehler im PID-Spannungsregler und im Synchrongenerator erkennt, mit dem zweiten Eingang des PID-Spannungsreglers verbunden ist, und daß ein zweiter Eingang der Überwachungseinheit mit dem ersten Eingang des PID-Spannungsreglers verbunden ist, und daß der Ausgang der Überwachungseinheit über einen Komparator und über ein Zeitglied mit einem Auslösemechanismus zur Generatorabschaltung verbunden ist.

Durch diese erfindungsgemäße Anordnung werden sowohl Fehler in der Regelelektronik des Generatorspannungsreglers erkannt, als auch Fehler im Generator selbst, wie Windungsschlüsse, Wicklungsunterbrechungen und

Erdschlüsse. Die Überwachungseinrichtungen ermöglichen es, den Generator und damit die Gesamtanlage im Fehlerfall zu schützen.

Daraus ergibt sich auch der Vorteil, daß beim Auftreten von Fehlerfällen diese rasch erkannt und damit die Standzeiten der Anlage reduziert werden. Weiters ist vorteilhaft, daß somit ein komplizierter und sehr teurer Generatorschutz entfällt.

An Hand eines Ausführungsbeispieles soll die Erfindung näher erläutert werden. Dabei zeigt Fig. 1, in Form einer Prinzipzeichnung, alle mechanischen, regelungs- und steuerungstechnischen sowie EDV-Hauptkomponenten einer kompletten Windkraftanlage. In Fig. 2 ist, als Blockschaltbild, das erfindungsgemäße Regelungs- und Steuerungssystem mit Spannungs-, Leistungs- und Drehzahlregelung, sowie die Generatorüberwachung dargestellt.

Die für eine Windkraftanlage wichtigste Kenngröße ist die Drehzahl. Bei der vorliegenden Windkraftanlage wird die Windturbine selbst als indirektes Windmeßsystem benutzt, da ein direkter Zusammenhang zwischen Windgeschwindigkeit, Turbinen- und Generator- Rotordrehzahl sowie Generatorleistung besteht. Aus dem jeweiligen Turbinendrehzahlistwert werden die Vorgabewerte für die verschiedenen elektrischen Kenngrößen gebildet. Die Drehzahlmessung muß exakt erfolgen, da durch ungenaue Vorgabewerte der Wirkungsgrad des Windturbinenflügels abnimmt. Diese Zusammenhänge sind aus den Kennlinien des jeweiligen Windturbinenflügels, der im vorliegenden Fall ein Schnelläufer - und zwar ein Dreiblatt-Rotor - ist, entnommen werden.

Die Erfindung ermöglicht es, große Drehzahländerungen, hervorgerufen durch Windböen, rasch und ohne Verzögerung zu erfaßen und mit der Regelung sofort einzugreifen. Zu

langsame Regelstrecken würden bei Böen zu einem großen Anstieg der Drehzahl führen. Im vorliegenden Fall ist der Drehzahlanstieg auf maximal 5 % über dem Nenndrehzahlwert begrenzt.

Im Automatikbetrieb fährt die Windkraftanlage selbständig hoch, wenn genug Wind vorhanden ist und keine Gefahrmeldung ansteht. Es ist auch eine Umschaltung von Automatik- auf Handbetrieb möglich; selbstverständlich bleiben dabei die Not-Aus-Gefahrmeldungen berücksichtigt.

Die für die elektrische Energieerzeugung nötigen mechanischen und elektrischen Komponenten befinden sich auf einer drehbaren Gondel, die am Turmkopf angebracht ist. Entsprechend dem wechselnden Windwegverlauf wird die Gondel jeweils dem Wind nachgeführt. Im vorliegenden Fall ist die dazu notwendige Steuerung elektrisch, während die Bremsung der Gondel hydraulisch durchgeführt wird. Diese gesamte Dreheinrichtung wird auch als Azimut bezeichnet.

Wie in Fig. 1 ersichtlich, treibt eine Windturbine (50) über ein Umsetzgetriebe (51) einen Synchrongenerator (52) an. Einer Eingabeeinheit (53) einer freiprogrammierbaren Steuerung (56) sind alle digitalen und analogen Eingangssignale einer kompletten Windkraftanlage zugeführt.

Hierbei handelt es sich um folgende Informationen: Umsetzgetriebe-Temperatur (71), Umsetzgetriebe-Ölstand (72), Azimutbremsen-Verschleiß (74, 75), Rotorbremsen-Verschleiß (73, 78), Synchrongeneratortemperatur (76), Synchrongeneratordrehzahl (77), Synchrongeneratorerregung (79), Blattposition (80), Gondelstellung (81),Azimut-Vibration (82), Windgeschwindigkeit (83), Windrichtung (84), Azimutstellung (85), Hydrauliköltemperatur (86), Hydraulikölddruck (87), Hydraulikölstand (88), Windturbinenblatt-Stellung (89), Windturbinenblatt-Segelstellung (90), Hydraulikaggregat-Zustand (91), Ansteuerung der

hydraulischen Rotorbremsen (92), Ansteuerung der hydraulischen Azimutbremsen (93), Ansteuerung der hydraulischen Windturbinenblatt-Verstellung (94), Ansteuerung des Hydraulikdrosselventils (95). Die Windturbinendrehzahl (70) wird über Zahnflanken (96) mittels eines Aufnehmers (97) erfasst.

Die freiprogrammierbare Steuerung (56) ist ein modular aufgebautes Mikroprozessorsystem und besteht aus den folgenden Einheiten: Modul für digitale Eingänge (58), Modul für analoge Eingänge (59), Anzeigefeld (60), Bedienfeld (61), Modul für digitale Ausgänge (63), Modul für analoge Ausgänge (64), Bus-System (65), Rechner (62) und Hilfs-Relais (57). Diese Einheiten sind miteinander durch einen Verdrahtungsprint verbunden.

Von der Eingabeeinheit (53) werden die digitalen und die analogen Eingänge den jeweils zugeordneten Einheiten (58, 59) der freiprogrammierbaren Steuerung (56) zugeführt. Das Setzen der digitalen und der analogen Ausgänge erfolgt über das integrierte Rechnersystem. Die gesetzten digitalen und analogen Ausgänge werden den entsprechenden Anlagenkomponenten zugeleitet. Dabei werden die digitalen Ausgänge (63) über Hilfsrelais (57) geführt, deren Aufgabe es ist, die digitalen Ausgangssignale der freiprogrammierbaren Steuerung (56) auf das Niveau der Steuerspannung umzusetzen. Durch das jeweilige Anwenderprogramm sind die digitalen und analogen Ein- und Ausgänge softwaremäßig verknüpft.

Mit einem Personalcomputer (56) und einem Drucker (67) ist es möglich, die gesamten Informationen abzuspeichern und weiterzuverarbeiten. Zu diesem Zweck ist die freiprogrammierbare Steuerung (56) über eine serielle Schnittstelle mit dem Personalcomputer (66) verbunden.

Eine Umrichterkaskade (55) und eine Erregereinheit (54) werden von der freiprogrammierbaren Steuerung (56) entsprechend der vorgegebenen Leistungs-Drehzahl-Kennlinie geführt. Eine Leitung (98) führt von der Umrichterkaskade (55) zum Stromversorgungsnetz.

Wie Fig. 2 zeigt, wird der über eine Leitung (40) zugeführte Turbinendrehzahlistwert in einer Glättungsstufe erster Ordnung (1) vorerst geglättet und einem Leistungssollwertgeber (= Kurvenbildner) (2) zugeführt. Eine Glättung ist unbedingt notwendig, da dem Turbinendrehzahlistwert üblicherweise einige Frequenzen überlagert sind. Ohne vorherige Glättung würde durch die hohe Verstärkung im nachfolgenden, digital aufgebauten PID-Leistungsregler (5) eine Schwingung des Leistungssollwertes entstehen.

Man unterscheidet zwei Arten von Frequenzüberlagerungen. Der vor dem Turm, in Windrichtung gesehen, auftretende Windstau entlastet den Windturbinenflügel beim Durchgang durch die vertikale Turmachse. Diese Entlastung ruft eine Leistungsschwankung und dadurch eine Drehzahländerung hervor. Die dem Turbinendrehzahlistwert überlagerte Frequenz, hervorgerufen durch die Flügelentlastung, ist drei Mal so groß als die Rotorfrequenz. Zusätzlich ändert sich diese Frequenz noch mit variabler Turbinenrotordrehzahl.

Weiters überlagert eine in Phasen mit den Turmschwingungen liegende Frequenz den Turbinendrehzahlistwert. Diese Frequenz entsteht durch die Änderung der relativen Windgeschwindigkeit zu den Windturbinenflügeln. Schwingt der Turm entgegen der Windrichtung, so entsteht ein Leistungsüberschuß, der zu einer Turbinendrehzahlerhöhung führt (= Vergrößerung der relativen Windgeschwindigkeit). Schwingt der Turm mit der Windrichtung, ist genau die

umgekehrte Erscheinung zu beobachten. Im Gegensatz zum ersten Fall bleibt diese Frequenz aber konstant.

Die Glättungsstufe erster Ordnung (1) ist so ausgelegt, daß die Gesamtregelzeit nicht zu langsam wird und daß Leistungssollwertänderungen, hervorgerufen durch Drehzahländerungen (= überlagerte Frequenzen), limitiert werden.

Mittels des Leistungssollwertgebers (2) ist es möglich, die der Windturbinenflügelkennlinie zugeordnete Größe von maximaler Leistung und Drehzahl (= optimaler Wirkungsgrad) vorzugeben. Mit der dem Leistungssollwertgeber (2) nachgeschalteten Leistungsbegrenzungsstufe (3) wird die an ein Stromversorgungsnetz abgegebene Leistung limitiert bzw. stufenlos, je nach externen Vorgaben, im Bereich von Null bis Nennleistung verstellt. Das gesamte übrige Regelsystem bleibt dabei voll aktiv.

Ein aktives Filter (4) wirkt direkt auf den PID-Leistungsregler (5). Wie bereits erwähnt, treten im Turbinendrehzahlistwert überlagerte Frequenzen auf. Durch das speziell ausgelegtes aktive Filter (4) wird nur eine überlagerte Frequenz ausgesiebt und dem gewonnenen Leistungssollwertsignal zugeführt. Das dadurch neu entstandene Leistungssollwertsignal wirkt auf die Turmschwingung positiv dämpfend. Somit werden die durch plötzlich auftretende Windböen hervorgerufenen Turmschwingungen schon im Anfangsstadium der Entstehung bekämpft. Dadurch wird eine geringere Belastung und eine längere Lebensdauer der Windkraftanlage erreicht.

Die durch die Turmschwingungen auftretenden Leistungsschwankungen sind, auf die Synchrongeneratornennleistung bezogen, sehr gering und haben keinen Einfluß auf das Stromversorgungsnetz.

Der PID-Leistungsregler (5) hat folgende Aufgaben zu erfüllen: In Verbindung mit dem Synchrongenerator und der Umrichterkaskade (55) erfolgt eine gleitende Drehzahlführung. Das windabhängige schwankende Drehmoment führt zu Turbinendrehzahländerungen, was wiederum zu stark schwankenden Leistungssollwertvorgaben führt. Durch eine entsprechende Dämpfung des PID-Leistungsreglers (5) werden Leistungsschwankungen geglättet, indem die großen Massen des Windturbinenflügels und des -rotors als Kurzzeitpufferspeicher benutzt werden.

Ein aktives Filter (6) wirkt direkt auf einen in Analogtechnik ausgeführten, unterlegten Stromregler (7). Das aktive Filter (6) siebt überlagerte Frequenzen aus und führt sie dem Stromregler (7) zu. Auftretende Schwingungen der Windturbinenrotorblätter werden dadurch reduziert, woraus sich wiederum eine geringere Belastung und eine längere Lebensdauer der Windkraftanlage ergibt. Dieses zweites aktive Filter (6), das direkt auf den Stromregler (7) wirkt, wird deshalb gewählt, weil die relativ hohe Frequenz der auftretenden Schwingung vom bedämpften PID-Leistungsregler (5) nicht berücksichtigt wird.

Der ebenfalls in Fig. 2 dargestellte PID-Drehzahlregler (12) ist digital aufgebaut. Der dem PID-Drehzahlregler (12) unterlegte Rotorblattwinkelregler (15) ist in Analogtechnik ausgeführt. In einer Glättungsstufe erster Ordnung (11) wird der Turbinendrehzahlistwert wiederum geglättet, bevor er dem PID-Drehzahlregler (12) zugeführt wird. Der PID-Drehzahlregler (12) wird erst aktiv, wenn der eingestellte Nenndrehzahlsollwert überschritten wird. Der Nenndrehzahlsollwert wird über den maximalen Drehzahlwert der Leistungsbegrenzungsstufe (3) gelegt. Dadurch reagiert der PID-Drehzahlregler (12) erst nach Überschreiten des Drehzahlwertes der Leistungsbegrenzungsstufe (3). Damit wird bei stetigem Windüberangebot

die Leistung konstant auf Nennleistung gehalten. Der PID-Drehzahlregler (12) wird so ausgelegt, daß auch bei starken Windböen die Nenndrehzahl um maximal 5 % überschritten wird. Dies darf selbstverständlich nicht zu einem verstärkten Regeln des Windturbinenrotorblattes führen, weil eine Verkürzung der Lebensdauer der Hydraulik die Folge davon wäre.

Ab einer vorgegebenen Leistung wird das Windturbinenrotorblatt nachgeführt. Dies ist notwendig, weil das Windturbinenrotorblatt sonst durch den Stalleffekt an Leistung verlieren würde. Stalleffekt heißt, daß bei Erreichen einer bestimmten Leistung eine Verdrehung des Windturbinenrotorblattes durch die Eigenelastizität erfolgt. Würde man dies nicht verhindern, käme es zu einer Verschlechterung des Wirkungsgrades des Windturbinenrotorblattes.

Weiters notwendig ist eine große Glättung des Leistungssollwertes, weil ansonsten ein dauerndes Regeln des Windturbinenblattwinkels erfolgen würde. Ein aus einer Glättungsstufe erster Ordnung (13) gewonnenes Signal wird einem Kurvenbildner (14) zugeführt. Damit ist es möglich, den der Leistung zugeordneten Windturbinenblattwinkel vorzugeben und somit den optimalen Wirkungsgrad zu erreichen Der Rotorblattwinkelregler (15) ist in Analogtechnik ausgeführt und wirkt auf einen Hydraulikzylinder, welcher die Winkelverstellung des Windturbinenblattes ausführt.

Beim Anfahren der Windkraftanlage wird das Windturbinenblatt durch einen Rotordrehzahlanstiegsbegrenzer (16) langsam angezogen. Dadurch wird eine geringere Belastung der gesamten Flügelverstellmechanik gewährleistet. Bei wenig Wind wird dadurch die Windkraftanlage rascher auf Drehzahl gebracht. Bei starkem Wind hingegen wird der

Windturbinenrotor konstant beschleunigt, um die Anlagenbelastung klein zu halten. Der PID-Drehzahlregler (12) übernimmt dann, je nach Drehzahl, stufenlos und überbrückt den Rotordrehzahlanstiegsbegrenzer (16). Beim Abfahren der Windkraftanlage wird das Windturbinenblatt ebenfalls langsam in Segelstellung gebracht. Dadurch kommt es zu keinem ruckartigen Abreissen der Strömung am Windturbinenblatt, weil eben die Veränderung der Belastung langsam durchgeführt wird. Ein Ausnahmefall tritt selbstverständlich dann auf, wenn bei einer Notabschaltung der Rotordrehzahlanstiegsbegrenzer (16) inaktiv ist.

Mit einer Spannungsregelungsschaltung wird die abgegebene Spannung des Synchrongenerators geregelt und dessen Erregermaschine überwacht. Die vollständige Erregungseinheit besteht aus einem PID-Spannungsregler (22) und einer Überwachungseinheit (31), welche sowohl Fehler im PID-Spannungsregler (22) als auch im Synchrongenerator erkennt und im Bedarfsfall eine Schutzabschaltung einleitet. Der PID-Spannungsregler (22) ist mit einem auf den Feldstrom der Erregermaschine wirkenden, unterlegten Feldstromregler (23) verbunden. Ein Feldstrom-Maximum-Begrenzungsregler (24) wirkt im Fehlerfall zusätzlich auf den unterlegten Feldstromregler (23) ein. Mit dem PID-Spannungsregler (22) ist die Synchrongeneratorspannung im Bereich der Synchrongeneratorfrequenz von 20 bis 60 Hertz frequenzproportional regelbar. Bei noch höheren Frequenzen wird die Spannung auf einem konstanten Wert gehalten. Der PID-Spannungregler (22) gewährleistet sowohl hohe statische Genauigkeit als auch ein optimales Regelverhalten. Die Ausgangsspannung des PID-Spannungsreglers (22) ist dem unterlegten Feldstromregler (23) , welcher als P-Regler mit konstanter Verstärkung ausgebildet ist, als Sollwert des Feldstromes zugeführt. Die Ausgangsspannung des unterlegten Feldstromreglers (23) wiederum wirkt auf einen Gittersteuersatz (26).

Der Turbinendrehzahlistwert ist dem PID-Spannungsregler (22) über einen Kurvenbildner (21) zugeführt. Die Spannungsversorgung des PID-Spannungsreglers (22) erfolgt über einen Gleichrichter (27) mit nachgeschaltetem aktivem Filter (25).

Auch die Spannungsversorgung einer Überwachungseinheit (31) erfolgt über den Gleichrichter (27) mit nachgeschaltetem aktivem Filter (25). Die Teilspannungen des PID-Spannungsreglers (22) werden von der Überwachungseinheit (31) auf Ausfall überwacht. Fällt eine Teilspannung aus, so führt dies zu einer Abschaltung der Windkraftanlage. Ein weiteres Abschaltkriterium wird aus dem Sollwert-Istwert-Vergleich der Synchrongeneratorspannng in einer Vergleichsschaltung gewonnen.

Zur Beurteilung eines Regler- oder Generatorfehlers wird die Abweichung der Synchrongeneratorspannung gegenüber ihrem Sollwert gemessen. Weicht die Generatorspannung um mehr als eine einstellbare Differenzspannung während einer längeren Zeit als einer einstellbaren Verzögerungszeit ab, dann liegt ein Regler- oder Generatorfehler vor und eine Abschaltung wird eingeleitet. Der Auslösemechanismus für die Generatorabschaltung wird über einen Komparator (32) und ein Zeitglied (33) angesteuert.

Mit dieser Anordnung können sowohl Fehler im PID-Spannungsregler (22), die auf eine Fehlfunktion des Reglers zurückgehen, festgestellt werden, als auch Fehler, die sich im Synchrongenerator selbst befinden. Zur Feststellung eines Generatorfehlers wird zusätzlich der Feldstrom des Synchrongenerators durch den Feldstrom-Maximum-Begrenzungsregler (24) überwacht. Ein Generatorfehler führt üblicherweise zu einem erhöhten Erregerbedarf. Überschreitet der Feldstrom der Erregermaschine den eingestellten Feldstrom-Maximalwert, dann

greift der Feldstrom-Maximum-Begrenzungsregler (24) nach einer Verzögerungszeit in den PID-Spannungsregler (22) ein und führt durch Generatorspannungsabsenkung zu einer Abschaltung der Windkraftanlage.

Betrieb der Windkraftanlage:

Unter einer Windgeschw. von 4,5 Metern pro Sekunde trudelt der Rotor im Freilauf, das Regelungs- und Steuerungssystem ist inaktiv. Die Windturbinenrotorblätter sind in Segelstellung. Bei einer Windgeschwindigkeit von etwa. 4,5 Metern pro Sekunde erfolgt die Freigabe auf das Regelungs- und Steuerungssystem.

Über den PID-Drehzahlregler (12) werden die Windturbinenrotorblätter von der Segelstellung in eine Anfahrstellung gebracht. Durch eine Begrenzerschaltung zwischen Rotorblattwinkelregler (15) und PID-Drehzahlregler (12) erfolgt nun ein langsames Anziehen der Windturbinenrotorblätter. Die Turbinendrehzahl beginnt nun langsam zu steigen, und bei etwa 18 Umdrehungen pro Minute wird die Erregung für den Synchrongenerator eingeschaltet.

Mit steigender Turbinendrehzahl wird nun über den Leistungssollwertgeber (= Kurvenbildner) (2) der Leistungssollwert gebildet. Die Windturbinenrotorblätter werden bis zur optimalen Stellung gebracht und durch den PID-Drehzahlregler (12) auf dieser Stellung gehalten.

Wenn nun die Turbinendrehzahl mit steigender Windgeschwindigkeit den Nennsollwert des PID-Drehzahlreglers (12) erreicht, so vergrößert dieser über den Rotorblattwinkelregler (15) den Anstellwinkel der Turbinenflügel und verhindert damit ein weiteres Ansteigen der Turbinendrehzahl. Der PID-Drehzahlregler (12) hält dadurch bei

einem pendelnden Windüberangebot die Turbinendrehzahl auf dem Nennwert.

Umgekehrt wird bei sinkender Windgeschwindigkeit und dadurch sinkender Turbinendrehzahl durch die vorgegebene Sollwertkennlinie der optimale Rotorblattwinkel wieder eingestellt. Bei kurzen Flauten, wenn der Drehzahl-Grundsollwert unterschritten wird, stellt der PID-Drehzahlregler den Turbinenflügel auf seinen Grund-Blattanstellwinkel.

Beim Abstellen der Anlage werden die Windturbinenrotorblätter aus der jeweiligen Position - also je nach Windgeschwindigkeit - in die Segelstellung gebracht. Die Leistung wird dabei nach der Turbinendrehzahl-Leistungs-Kurve abgegeben. Bei Erreichen einer Abstell-Drehzahl wird die Abgabeleistung null. Der Rotor trudelt im Freilauf weiter.

PATENTANSPRÜCHE

1. Regelungs- und Steuerungssystem für eine Windkraftanlage, bestehend aus einer Windturbine und einem von dieser angetriebenem Synchrongenerator, wobei die Windturbine als ein um eine Achse drehbarer Rotor mit verstellbaren Rotorblättern ausgeführt ist und aus dem jeweiligen Turbinendrehzahlistwert verschiedene elektrische Vorgabewerte gebildet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Turbinendrehzahlistwert jeweils dem Eingang einer ersten Glättungsstufe erster Ordnung (1) und eines ersten aktiven Filters (4) und eines zweiten aktiven Filters (6) und einer zweiten Glättungsstufe erster Ordnung (11) sowie eines ersten Kurvenbildners (21) zugeführt ist, und daß der Ausgang der ersten Glättungsstufe erster Ordnung (1) mit dem Eingang eines Leistungssollwertgebers (2) verbunden ist, und daß der Ausgang des Leistungssollwertgebers (2) mit dem Eingang einer Leistungsbegrenzungsstufe (3) verbunden ist, und daß der Ausgang der Leistungsbegrenzungsstufe (3) mit einem ersten Eingang eines PID-Leistungsreglers (5) und dem Eingang einer dritten Glättungsstufe erster Ordnung (13) sowie dem Ausgang des ersten aktiven Filters (4) verbunden ist, und daß der Eingang eines zweiten Kurvenbildners (14) mit dem Ausgang der dritten Glättungsstufe erster Ordnung (13) verbunden ist, und daß der Ausgang des PID-Leistungsreglers (5) mit einem ersten Eingang eines Stromreglers (7) und dem Ausgang des aktiven Filters (6) verbunden ist, und daß der Ausgang des Stromreglers (7), indirekt über Gittersteuersatz und Thyristoren, mit einem Stromversorgungsnetz verbunden ist, und daß der Stromistwert einem zweiten Eingang des Stromreglers (7) zugeführt ist, und daß der Leistungsistwert einem zweiten Eingang des PID-Leistungsreglers (5)

zugeführt ist, und daß der Ausgang der zweiten Glättungsstufe erster Ordnung (11) mit einem ersten Eingang eines PID-Drehzahlreglers (12) verbunden ist, und daß der Ausgang des PID-Drehzahlreglers (12) mit einem ersten Eingang eines Rotorblattwinkelreglers (15) und mit dem Ausgang des zweiten Kurvenbildners (14) sowie mit einem Rotordrehzahlanstiegsbegrenzer (16) verbunden ist, und daß der Drehzahlsollwert einem zweiten Eingang des PID-Drehzahlreglers (12) zugeführt ist, und daß der Rotorblattwinkelistwert einem zweiten Eingang des Rotorblattwinkelreglers (15) zugeführt ist, und daß der Ausgang des Rotorblattwinkelreglers (15) mit einem Rotorblattverstellungsmechanismus verbunden ist, und daß der Ausgang des ersten Kurvenbildners (21) mit einem ersten Eingang eines PID-Spannungsreglers (22) verbunden ist, und daß der Ausgang des PID-Spannungsreglers (22) mit einem ersten Eingang eines unterlegten Feldstromreglers (23) verbunden ist, und daß der Ausgang des unterlegten Feldstromreglers (23) über einen Gittersteuersatz (26) mit der Feldwicklung einer Wechselstromerregermaschine verbunden ist, und daß ein zweiter Eingang des unterlegten Feldstromreglers (23) über einen Feldstrom-Maximum-Begrenzungsregler (24) mit einem dritten Eingang des unterlegten Feldstromreglers (23) verbunden ist, und daß die Generatoristspannung der Wechselspannungsseite eines Gleichrichters (27) zugeführt ist, und daß die Gleichspannungsseite des Gleichrichters (27) über ein drittes aktives Filter (25) mit einem zweiten Eingang des PID-Spannungsreglers (22) verbunden ist.

2. Regelungs- und Steuerungssystem für eine Windkraftanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein erster Eingang einer Überwachungseinheit (31), welche Fehler im PID-Spannungsregler (22) und im

Synchrongenerator erkennt, mit dem zweiten Eingang des PID-Spannungsreglers (22) verbunden ist, und daß ein zweiter Eingang der Überwachungseinheit (31) mit dem ersten Eingang des PID-Spannungsreglers (22) verbunden ist, und daß der Ausgang der Überwachungseinheit (31) über einen Komparator (32) und über ein Zeitglied (33) mit einem Auslösemechanismus zur Generatorabschaltung verbunden ist.

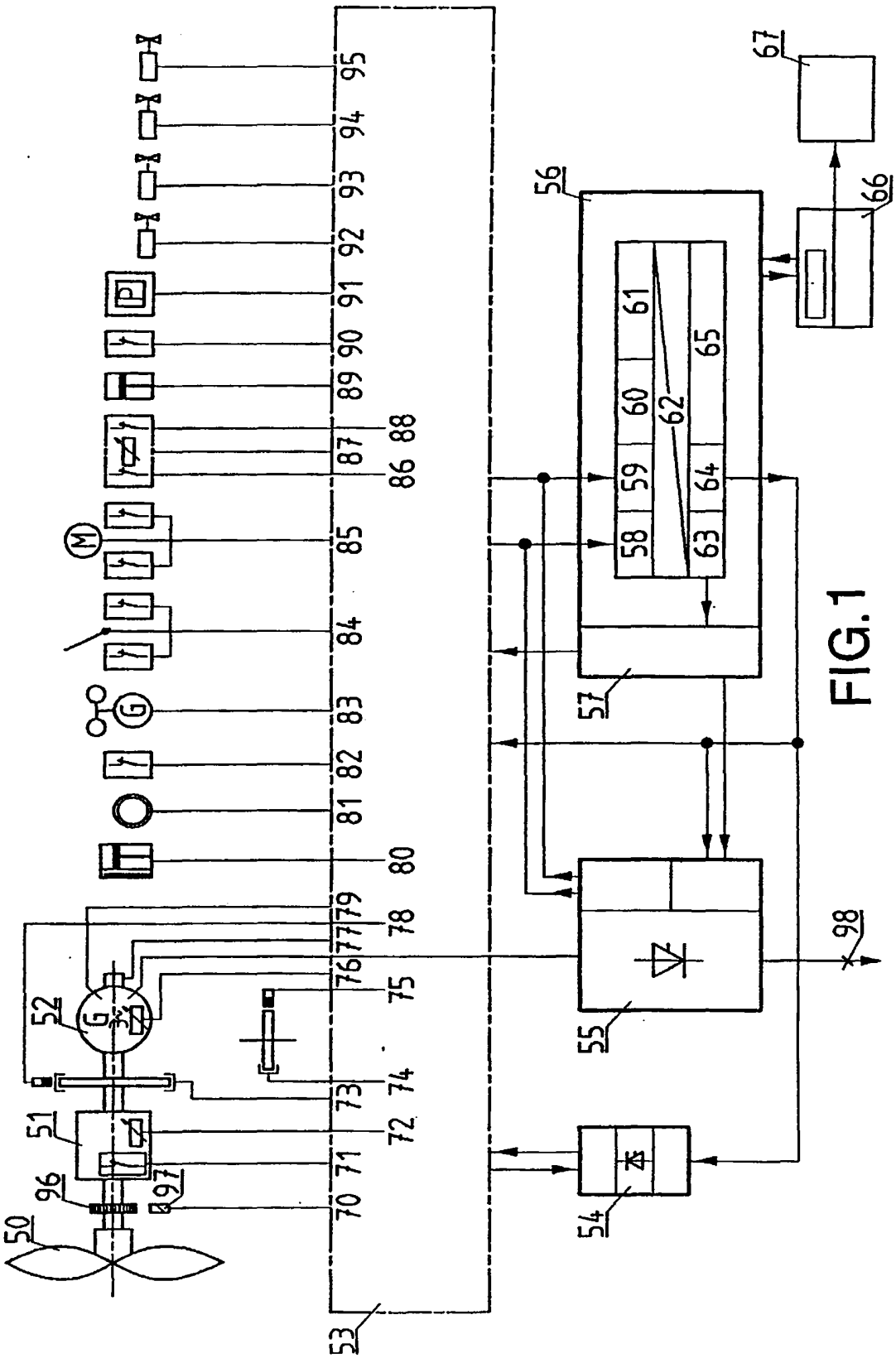

95
94
93
92
91
90
89
88
87
86
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
75
74
73
72
71
70
53
67
66
56
61
60
62
65
59
64
58
63
57
55
54
98
52
51
96
97
50

FIG.1

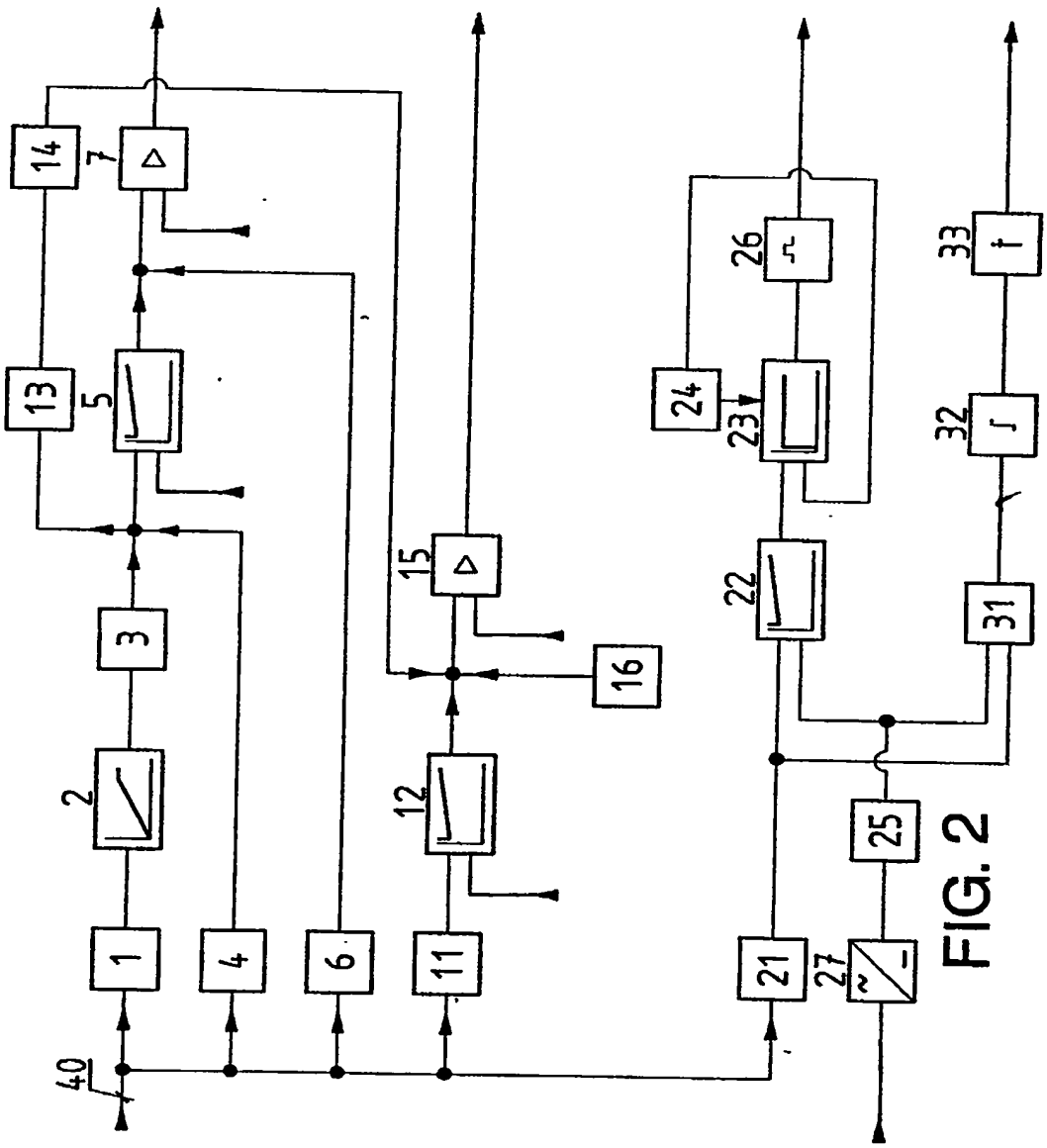


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/AT 89/00126

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) [6]

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int.Cl.[5] H02P9/04 ; F03D7/04

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched [7]

Classification System	Classification Symbols
Int.Cl.[5]	H02P ; F03D

Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are included in the Fields Searched [8]

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT [9]

Category [10]	Citation of Document, [11] with indication, where appropriate, of the relevant passages [12]	Relevant to Claim No [13]
A	BROWN BOVERI REVIEW. Vol. 69, No. 3, 1982, BADEN CH pages 57 - 64; H. SCHWEIKART ET AL: "CONVERTER-FED SYNCHRONOUS GENERATOR SYSTEMS FOR WIND POWER PLANTS" see the whole document ---	1, 2
A	MICROPROCESSORS AND MICROSYSTEMS. Vol. 9, No. 2, 1985, LONDON GB pages 89 - 90; "MICROPROCESSOR-CONTROLLED WIND TURBINE GENERATOR" see the whole document ---	1
A	IEEE 1980 IECI PROCEEDINGS 20 March 1980, US pages 377 - 380; G.R. PHILLIPS: "A MICROPROCESSOR-BASED ENGINE/GENERATOR CONTROL SYSTEM" see the whole document --	1

./...

* Special categories of cited documents: [14]

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report
13 March 1990 (13.03.90)	03 April 1990 (03.04.90)
International Searching Authority	**Signature of Authorized Officer**
EUROPEAN PATENT OFFICE	

International Application No. PCT/AT 89/00126

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)

Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	GB, A, 2117933 (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 19 October 1983 see abstract; figure 1	1

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. PCT/AT 89 /00126

SA 33267

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 13/03/90

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB-A-2117933	19-10-83	US-A- 4420692	13-12-83
		AU-B- 552912	26-06-86
		CA-A- 1186776	07-05-85
		DE-A,C 3308566	13-10-83
		FR-A,B 2524571	07-10-83
		JP-A- 58178884	19-10-83
		NL-A- 8301058	01-11-83
		SE-B- 451872	02-11-87
		SE-A- 8301551	03-10-83

EPO FORM P0479

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/AT 89/00126

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben)[6]

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

Int.Kl. 5 H02P9/04 ; F03D7/04

II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff [7]

Klassifikationssytem	Klassifikationssymbole
Int.Kl. 5	H02P ; F03D

Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen [8]

III. EINSCHLAGIGE VEROFFENTLICHUNGEN [9]

Art.°	Kennzeichnung der Veröffentlichung [11], soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile [12]	Betr. Anspruch Nr.[13]
A	BROWN BOVERI REVIEW. vol. 69, no. 3, 1982, BADEN CH Seiten 57 - 64; H. SCHWEIKART ET AL: "CONVERTER-FED SYNCHRONOUS GENERATOR SYSTEMS FOR WIND POWER PLANTS" siehe das ganze Dokument ---	1, 2
A	MICROPROCESSORS AND MICROSYSTEMS. vol. 9, no. 2, 1985, LONDON GB Seiten 89 - 90; "MICROPROCESSOR-CONTROLLED WIND TURBINE GENERATOR" siehe das ganze Dokument --- -/--	1

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen [10] :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

IV. BESCHEINIGUNG

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
13.MAERZ 1990	03. 04. 90
Internationale Recherchenbehörde	**Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten**
EUROPAISCHES PATENTAMT	BEYER F.

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Januar 1985)

III. EINSCHLAGIGE VEROFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)

Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	IEEE 1980 IECI PROCEEDINGS 20 März 1980, US Seiten 377 - 380; G.R. PHILLIPS: "A MICROPROCESSOR-BASED ENGINE/GENERATOR CONTROL SYSTEM" siehe das ganze Dokument ---	1
A	GB,A,2117933 (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 19 Oktober 1983 siehe Zusammenfassung; Figur 1 ---	1

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR. PCT/AT 89/00126

SA 33267

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 13/03/90
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB-A-2117933	19-10-83	US-A-	4420692	13-12-83
		AU-B-	552912	26-06-86
		CA-A-	1186776	07-05-85
		DE-A,C	3308566	13-10-83
		FR-A,B	2524571	07-10-83
		JP-A-	58178884	19-10-83
		NL-A-	8301058	01-11-83
		SE-B-	451872	02-11-87
		SE-A-	8301551	03-10-83

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82